

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99806403.3

[43] 公开日 2001 年 6 月 27 日

[11] 公开号 CN 1301408A

[22] 申请日 1999.5.17 [21] 申请号 99806403.3

[30] 优先权

[32] 1998.5.20 [33] DE [31] 19822691.8

[86] 国际申请 PCT/EP99/03378 1999.5.17

[87] 国际公布 WO99/60647 德 1999.11.25

[85] 进入国家阶段日期 2000.11.20

[71] 申请人 大众汽车有限公司

地址 德国沃尔夫斯堡

[72] 发明人 O·迪贝尔 A·科尼克 P·伊克顿格

P·阿林 J·G·雷恩金赫

R·马兰特

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

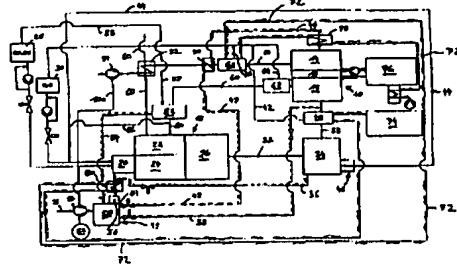
代理人 苏娟 章社果

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图页数 1 页

[54] 发明名称 燃料电池系统和利用一种燃料电池系统
发电的方法

[57] 摘要

本发明涉及一种燃料电池系统，特别是作为汽车的驱动系统，配有一个自热的重整炉单元(18)，以用于从一种原料(28)中生产出氢气用于其后面连接的燃料电池单元(10)的运转，于此，在重整炉单元(18)和燃料电池单元(10)之间配置了一个氧化装置(34)，用来将一氧化碳转变成二氧化碳。在此，还在氧化装置(34)上配置了一个喷水装置(46)，该喷水装置将水喷入氧化装置中。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 燃料电池系统，特别是作为汽车的驱动系统，配有一个重整炉单元（18）以用于从一种能源载体特别是一种液态原料（28）中生产氢气，以之用于后接的燃料电池单元（10）的运转，其中，在重整炉单元（18）和燃料电池单元（10）之间安置了一个氧化装置（34），用来将一氧化碳转变成二氧化碳，其特征在于：在氧化装置（34）上配置了一个水喷射装置（26），它将水喷入该氧化装置中。

2. 按权利要求 1 所述的燃料电池系统，其特征在于：重整炉单元（18）具有一个混合器（20）用于原料（28）和一种含氧的物质（30）特别是水和/或空气的混合。

3. 按权利要求 1 或 2 所述的燃料电池系统，其特征在于：配置了一个二级式压缩机（49），该压缩机将压缩空气供送给处于氧化装置（34）和燃料电池单元（10）和/或燃料电池单元（10）的阴极（14）之间的过程气体（38）。

4. 按以上权利要求的任一项所述的燃料电池系统，其特征在于：在来自燃料电池单元（10）的阴极（14）的废气流（66）中和/或在来自燃料电池单元（10）的阳极（12）的废气流（60）中和/或在来自氧化单元（34）的净气体流（38）中，配置了一个水分离装置（40, 62, 68）特别是一个冷凝器，它将有关气体（38、60、66）中所含的水分离出来，并将水送往一个与自热重整炉单元（18）串联的水储存装置（30）。

5. 按权利要求 4 所述的燃料电池系统，其特征在于：配置了一个单独的水循环系统（72），它至少冷却水分离装置（40, 62, 68）中的一个，并冷却燃料电池单元（10, 16）以及冷却燃料电池单元（10）的阴极（14）的空气供给（48）和/或重整炉单元（18, 20）的空气供给。

6. 按以上权利要求的任一项所述的燃料电池系统，其特征在于：配置了一个催化燃烧器（82），它将来自燃料电池单元（10）的阳极（12）的废气（60）燃烧掉，并将相关的余热经过一热交换器（22）输送给重整炉单元（18）。

7. 按权利要求 6 所述的燃料电池系统，其特征在于：催化燃烧

器 (82) 与一个原料用储存容器 (28) 相连。

8. 按以上权利要求的任一项所述的燃料电池系统，其特征在于：在燃料电池单元 (10) 的阴极 (14) 的废气流 (66) 中安置了一个膨胀器 (94)，在燃料电池单元 (10) 的供给空气流 (98) 中安置了一个压缩机 (96) 特别是一个二级式压缩机 (50)，它们被安置在一个共同的轴 (100) 上。

9. 按以上权利要求的任一项所述的燃料电池系统，其特征在于：原料 (28) 是一种含氢物质，特别是甲醇或汽油。

10. 利用一种燃料电池系统产生电能的方法，特别是用于汽车驱动系统的电能，依此方法，为了使燃料电池单元运转，在一重整过程中从原料中产出氢气，并在重整过程之后和在燃料电池单元之前将一氧化碳氧化成二氧化碳，其特征在于：在将一氧化碳氧化成二氧化碳时，喷入水。

11. 按权利要求 10 所述的方法，其特征在于：水是以蒸汽形式或悬浮微粒形式喷入的。

12. 按权利要求 10 或 11 所述的方法，其特征在于：向处于一氧化碳的氧化装置和燃料电池单元和/或燃料电池单元的阴极之间的一种过程气体供给压缩空气。

13. 按权利要求 10 至 12 中的一项所述的方法，其特征在于：从来自燃料电池单元的阴极的废气流中和/或从来自燃料电池单元的阳极的废气流中分离出水，并将水供给重整过程。

14. 按权利要求 10 至 13 中的一项所述的方法，其特征在于：将来自燃料电池单元的阳极的废气加以燃烧，并将相应的余热供给重整过程。

15. 按权利要求 10 至 14 中的任一项所述的方法，其特征在于：将原料燃烧，并将相关的热能输送给重整过程。

16. 按权利要求 10 至 15 中的一项所述的方法，其特征在于：使用一种含氢物质特别是甲醇或汽油作原料。

说 明 书

燃料电池系统和利用一种燃料
电池系统发电的方法

5 本发明涉及一种如权利要求 1 前序部分所述的燃料电池系统，特别是作为汽车的驱动系统，它配有一个重整炉单元，其用途是在供给空气的条件下从能源载体特别是从液态原料生产氢以用于开动所连接的燃料电池单元，其中，在重整炉单元和燃料电池单元之间安置了一个氧化装置，用来将一氧化碳转化为二氧化碳。此外，本发明还涉及一种如权利要求 10 前序部分所述的利用燃料电池系统发电的方法，特别用于汽车的驱动系统，其中，为了开动燃料电池单元，在供给空气的条件下重整过程中从原料中生产出氢。依此，在重整过程之后和在燃料电池单元之前，将一氧化碳氧化变成二氧化碳。

10 EP 0217532 公开过一种催化式氢发生器，该氢发生器在一个自热重整炉单化中从甲醇 - 空气混合物中产生氢。为此在重整炉单元中安置了一支热电偶，它如此调制送给甲醇 - 空气混合物的空气供给量，使得随着重整炉中热电偶所在之处的温度不断增高而逐渐减少空气供给量。

15 在这种装置的不断发展中，WO 96/00186 介绍了一种氢气发生器，在这里，催化剂如此布置在甲醇 - 空气混合物的进入管周围，使得甲醇 - 空气混合物依径向流过催化剂。

20 DE 43 45 319 C2 和 DE 43 29 323 C2 介绍了一种燃料电池发电系统，其中，在重整炉单元中从甲醇 - 水混合物中产生氢气。所发生的氢气被输送到一个相连的燃料电池以之用于发电。为了在重整炉中产生足够的反应热，一部分甲醇不供到甲醇 - 水混合物，而是在一个附属燃料器中燃烧掉。

25 DE 196 29 084 A1 公开过一种配有用燃料电池做成驱动电池的电动车辆，在这里，燃料电池是如此布置的，使得它们被迎面风所冷却。

30 在一篇文章《HeureKa?》(载于《DE-Z Autotechnik》Nr. 5/1997, 第 20/21 页) 中，介绍了一种配有燃料电池驱动系统的汽车，在此，燃料电池运转所需的氢气是在汽车本身上从汽油中获得的。按一种多

5 级程序，将汽油转化成氢气。在转化之前，将汽油置于汽化器中通过
加热而使之呈气态。在一个部分燃烧反应器中，在缺氧条件下产生氢
气和一氧化碳。为了一氧化碳的氧化，配用了氧化铜催化剂和氧化锌
催化剂，其中将水蒸汽作为供氧物输送给反应过程。在下一步，将最
后的大约 1% 的一氧化碳气部分在一种常规的铂 - 氧化催化剂中在供
给空气的条件下加以后燃烧。如此获得的由氢气、一氧化碳和二氧化碳
组成的混合物仍含有 10 ppm 一氧化碳，这一点对于所连接的燃料
电池来说是无关紧要的。在一热交换器中冷却到大约 80°C 之后，即可
将上述混合气体送入到燃料电池中。

10 在一篇题为《代用燃料》（“Alternative Fuel”）的文章（载
于《JP-Eet-schrift Asia-Pacific Automotive Report》，
20.01.1998. V01. 272, 第 34 至 39 页）中发表过一种用于汽车的相似
的燃料电池系统，在该系统上配置了一个甲醇重整炉单元以用于产生
为燃料电池所需的氢气。在这里，由氢和氧的电化学反应而产生的水
被再用于重整过程。为了重整过程将消电离的水和甲醇混合起来，在
15 250°C 温度条件下加以汽化并转化成氢气和二氧化碳。上述的氢气被
送给一燃料电池，该燃料电池将此氢气同空气氧一起在一催化过程中
转化成电能和水。为汽化和重整过程所需的热能是在一个同燃料电池
相连的催化燃烧器中产生的，该燃烧器利用以燃料电池中排出的剩余
20 气体工作。上述剩余气体仍含有氢，因为燃料电池装置仅仅利用所供
给的氢气的大约 75%。如果没有足够的剩余氢气供催化性燃烧器使
用，就得使用动力燃料箱中的甲醇，以用于为重整炉获得热量。在将
25 在重整炉中产生的含有氢气成份的气体导入之前，该气体得利用催化
反应加以净化，借此将一氧化碳转化成二氧化碳。按照所说明的用于
汽车的一种燃料电池系统的一种结构形式，甲醇重整炉包含一个汽化
器、一个重整炉和一个用于一氧化碳的氧化单元。

30 DE 43 22 765 C1 介绍了一种方法和一种装置，用于配有燃料电池
的车辆的动力功率调节，该燃料电池向一个电驱动单元供给电能。
从相应于油门踏板位置的功率要求出发，计算出空气流量，该空气流
是为了准备燃料电池方面相应额定功率所必需的。安置在燃料电池的
吸入导管中的一个压缩机按照所需空气流量来调节其转速。

EP 0629013 B1 公开过一种方法和一种装置，用于一燃料电池系

统的空气供给。其中，作业空气利用一个处于进入相应燃料电池的入口前方的压缩机加以压缩。在流过燃料电池之后，被排出的废气为了回收能源而经过一透平减压，其中，透平、压缩机和一个附属驱动电动机都安装在一个共同的轴上。压缩机是设计得可以变速的，而且与一个作为用于废空气减压的透平的膨胀器安装在一个共同的轴上。借助使用一个具有可变吸收能力的膨胀器，便能为燃料电池执行空气流量调节。

WO 97/16648 公开过一种用于冷柜的螺旋式压缩机。这种螺旋式压缩机包含两个泵室，其中，第一泵室的排出口与第二个泵室的一个次级入口相连通。

本发明的任务在于如此进一步发展上述类型的燃料电池系统，使得能较经济和对环境较有利地使用它来发电，特别是用于汽车的驱动系统，它的效率高而且构造体积小。

按照本发明，上述任务是通过前述的那种具有权利要求 1 特征部分指出的特征的燃料电池系统和前述的那种具有权利要求 10 特征部分指出的特征的方法加以解决的。本发明的优选设计方案见各项从属权利要求所述。

为此，根据本发明规定，在一燃料电池系统中在氧化装置上配置一个喷水装置，该喷水装置将水喷入氧化装置。

这样设计的优点在于：在从重整炉单元中排出的具有高氢成份的用于燃料电池单元的过程气体中消除一氧化碳的同时，实现足够的冷却或预冷却，这样，过程气体不需要昂贵的冷却装置或者只要配备相应较廉价的冷却装置便可被导引到燃料电池单元。此外，喷入的水还可以为一氧化碳的氧化提供所需要的氧化，与此同时通过这一氧化氧化反应会附带地释放出氢气，从而可以适量地减小送给氧化装置的单独的供氧量，并同时提高作出气体中的氢成份。在保持相同功率的前提下，通过氧化装置中附加的氢增多还可以缩小燃料电池系统的尺寸。这样便可适当地减小燃料电池系统的结构空间需要以及降低设备费用。

根据一个优选的结构形式，重整炉单元具有一混合器，用于原料和一种含氧物质特别是水和/或空气的混合。

通过下述措施实现一种封闭的水循环系统而不需要为重整过程

携带大量的水：在从燃料电池单元的一个阴极中出来的废气流中和/或在从燃料电池单元的一个阳极中出来的废气流中设置一个水分离装置特别是一个冷凝器，该冷凝器将有关废气中所含的水分离出来，并将之送往一个与自热的重整炉单元相串联的水存储装置。

5 根据一种有利的结构形式，设置了一个单独的水循环系统，该系统对水分离装置、燃料电池单元、燃料电池单元的阴极上的空气供给和/或重整炉单元上的空气供给进行冷却。

10 为了产生相应的对重整炉单元中的反应所需的热能，配置了一个催化燃烧器，该燃烧器将来自燃料电池单元的阳极的废气燃烧掉，并将相应的余热经过一热交换器送给重整炉单元。

15 通过下述措施为重整炉单元获得了一种可替换的热量产生方式：催化燃烧器与一个用于原料的贮存容器相连。

20 通过下述措施回收能源：在燃料电池单元的阴极的废气流中安置一个膨胀器，在燃料电池单元的供给空气流中安置一个压缩机特别是
一个二级式压缩机，它们安装在一个共同的轴上。

25 这样一个二级式压缩机或压缩器进一步提高了燃料电池系统的环境适宜度和效率，在该系统中经过两个可以分接的压力级便可向另一系统提供具有不同级的空气压力。经过一个具有较低压力的第一级，燃料电池单元的阴极被加荷，而具有较高压力的第二级首先供给到重整炉单元，并由于其相对较高压力级之故可以在一定程度上补偿在以后路程上出现的压力损失，从而使燃料电池单元在阳极一侧和在阴极一侧近似地以相等压力被加荷。

原料最好是一种含氢的物质，特别是甲醇或汽油。

30 根据本发明的上述这种方法设定：在将一氧化碳氧化成二氧化碳时喷水。

这一方法的优点是：在从重整过程中排出的用于燃料电池单元的含有高氢成分的过程气体中消除一氧化碳的同时，进行足够的冷却或预冷却，从而可以将过程气体在不用昂贵的冷却装置或者只用价格相对较低的冷却装置条件下引导到燃料电池单元。此外，所喷入的水还可提供一氧化碳的氧化所需要的氧气，与此同时，通过这一氧化反应，还可附带地释放出氢气，从而可以适量地减小向氧化装置的单独的氧气供给量，同时提高过程气体中的氢成份。在保持相同的功率前

前提下，通过氧化装置中附加的氢增多，可以减小燃料电池系统的尺寸。这样就可相应减小燃料电池系统的结构体积空间需要和降低它的设备费用。

为了达到供水的高效率，可将水以蒸汽形式或悬浮微粒形式喷入。

可以通过下述措施来附带提高燃料电池单元的效率：向处在一氧化碳的氧化和燃料电池单元和/或燃料电池单元的阴极之间的一种过程气体供给压缩空气。

通过下述措施可以获得一个封闭的水循环系统而又不必为重整过程携带大量的水：从燃料电池单元的阴极排出的废气流中和/或从燃料电池单元的阳极排出的废气流中分离出水，并将之供给重整过程。

为了产生适量的为重整过程的反应所需的热能，使从燃料电池单元的阳极中排出的废气燃烧，将相应的余热供送给重整过程。

通过下述措施为重整炉单元获得一个替代的热能产生方式：将原料加以燃烧，并将相应的热能送给重整过程。

最好使用一种含氢的物质作原料，特别是使用甲醇或汽油。

本发明的其它特征、优点和有利的设计方案，见各项从属权利要求中所述以及见下面参照附图对本发明所做的说明。附图是本发明提出的一种燃料电池系统的优选结构形式的方框图。

在上述燃料电池系统中，配有一个阳极 12、一个阴极 14 和一个冷却元件 16 的燃料电池单元 10 所用的氢气是利用一个自热重整炉单元 18 产生的，该重整炉单元包含一个混合器 20、一个热交换器 22、一个汽化器 24 和一个催化重整炉 26。为了产生氢气，例如可将甲醇储罐 28 中的甲醇作为原料和水箱 30 中的水送往混合器 20。在汽化器 24 中，甲醇和水的混合物被汽化，在催化重整炉 26 中于一催化反应中产生一种具有高氢成分的原气体 32 形式的过程气体。

上述原气体还含有一氧化碳 (CO)，在导入燃料电池单元 10 之前必须除去这种一氧化碳。为此，将原气体 32 导入一个氧化单元 34，在这里，在经过导管 36 供给空气的条件下将一氧化碳氧化成二氧化碳 (CO₂)，从而使 CO - 含量小于 20ppm。与此同时，经过导管 44 由水箱 30 供给水，所供给的水利用一喷射装置 46 喷入到氧化单元 34

中。这样就导致实现氧化单元 34 中的过程气体的同时冷却。这样在一阳极气体冷凝器 40 中所产生的和冷却的净气体 38 中将水抽出，并经过导管 42 将水送回到水箱 30。随后将具有高氢含量的净气体 38 导入到燃料电池单元 10 的阳极 12 中。在大约 180 至 200°C 温度下，
5 净气体 38 例如含有 50% H₂、25% N₂ 和 25% CO₂。净气体在导入到阳极 12 中之前，要在阳极气体冷凝器 40 中进一步冷却到例如大约 85°C。

在阴极 14 一侧，经过导管 48 从一个二级螺旋式压缩机 50 中向燃料电池单元 10 供给压缩空气。所有的空气导管在图中都以虚线表示。这样，燃料电池单元按已知方式利用下列反应式产生电能：



此电能可以分接到电极 12、14 上，并可输送到电动机 52。二级螺旋式压缩机 50 包含一个具有例如大约 3 巴压力的第一级 54 以用于阴极 14 和一个具有例如 3.7 巴压力的第二级 56 以用于向阳极 12 供给的燃气即脱氢的净气体 38。利用螺旋式压缩机 50 上的另一个分接头，便
15 可经过导管 58 将压缩空气供送给阳极气体冷凝器 40 后面的净气体 38。

在阳极废气流 60 中安置了一个水分离器 62，该水分离器从阳极废气 60 中将水分离出来，并经过导管 64 将水送往水箱 30。在阴极废气流 66 中安置了一个冷凝器 68，该冷凝器从阴极废气 66 中将水抽出，并经过导管 70 将水送往水箱 30。这样，便为过程气体形成一个封闭的水循环，从而为生产氢气在重整炉单元 18 中不必携带大量的水。
20

为了冷却对混合器 20 所供给的空气和冷却阳极气体冷凝器 40、水分离器 62、冷凝器 68 以及对阴极 14 所供给的空气 48，配置了一个单独的水循环系统 72，在图中用波纹线表示之。上述单独的水循环系统 72 包括一个冷却水容器 74、一个带有消电离的水容器 76 及分别处于对阴极 14 的空气供给点 48 和对混合器 20 的空气供给点的相应热交换器 78 和 80。
25

阳极废气流 60 流入一个催化燃烧器 82，在此燃烧器中阳极废气 60 在产生热能的条件下进一步被燃烧。上述热能利用热交换器 22 继续供送给汽化器 24 和催化重整炉 26，并在该处保持催化反应以产生氢气。经过一导管 84 向催化燃烧器 82 供给空气。在催化燃烧器 82
30

之后可以选择地经过导管 86 将水箱 30 中的水输送给阳极废气 60。经过导管 88 可以有选择地将甲醇储罐 28 中的甲醇输送给催化燃烧器 82，从而即使在不足够的阳极废气流 60 的情况下，例如在起动燃料电池系统时，也能为重整炉单元 18 保证足够的热能生产。

5 阴极废气流 66 在单独的水循环系统 72 的热交换器 90 中被冷却，随后经过一热交换器 92 同阳极废气流 60 进行热连通，然后这两个废气流 60 和 66 才离开系统。

10 这时的阴极废气流 66 被引导经过一个膨胀式透平 94，该透平与用于吸入空气 98 的压缩机 96 一起安置在一个共同的轴 100 上，该压缩机是作为二级式压缩机 50 之前的输入级设定的。这样，就可将阴极废气流 66 中所含有的能量回收以用于压缩机 96 中的空气 98 的压缩。

15 上述结构形式的一个特殊优点是高效率、小的结构空间需要及低的设备费用，其原因在于将二级式压缩机 50、自热重整炉单元 18 连同附加冷却的水喷射装置 46 在氧化单元 34 中有选择地氧化一氧化碳 (CO) 时一起与一个自给自足的水循环系统 30、40、42、62、64、68、70 相组合。

00.11.20

说 明 书 附 图

